

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА В СТЕКОЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБЕСЦВЕЧИВАТЕЛЕЙ

В последнее время остро стоит проблема ресурсо- и энергосбережения. Любая отрасль промышленности заинтересована в том, чтобы получить высококачественный продукт при минимальных затратах. Использование в стекольном производстве местных материалов позволит значительно сократить затраты на транспортировку материалов, и следовательно, снизить себестоимость сырья, если при этом сохранится качество конечного продукта. Перед нами была поставлена задача – проверить, возможно ли изготовление листового и тарного стекла из сырья Уральского региона. Химический состав сырья приведен в таблице ниже.

Химический состав сырья, мас. %

Месторождение	Сырье	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
Каменск-Уральское	Необогащенный кварцевый песок	96,2	1,42	0,29	0,07	0,71	0,15	0,25	0,24
Каменск-Уральское	Обогащенный кварцевый песок	98,5	0,61	0,17	0,04	0,19	0,05	0,14	0,05
г. Первоуральск	Доломит	1,5	1,0	33,6	18,2	0,2	-	-	-
Сосновское	Известняк	0,7	1,03	54,2	0,8	0,12	0,07	0,07	0,05
Вишневогорский ГОК	ПШК	59,6	21,8	-	-	0,19	15,1	-	-

В производстве бесцветных стеклоизделий в первую очередь уделяют внимание чистоте применяемого сырья, состав которого по содержанию красящих оксидов должен соответствовать ГОСТ, и лишь потом – обесцвечиванию стекломассы.

Для эксперимента был выбран состав листового термополированного стекла.

Обесцвечивание осуществляется при вводе кислородсодержащих соединений: оксида мышьяка As₂O₃, селитры (натриевой NaNO₃ и калиевой KNO₃), а также оксидов церия CeO₂ и марганца MnO₂.

Варка производилась в силитовой печи в корундовых тиглях при температурах 1400–1500 °С в течение 6 часов, отлив – в металлические подогретые формы, затем отжиг – в муфельной печи. Температура отжига составила 560–580 °С.

Было изготовлено более десяти образцов с разным составом шихты. Первые два образца синтезировали в соответствии с химическим составом без обесцвечивателей. Для выявления роли каждого обесцвечивателя мы провели

эксперименты с добавками в шихту: натриевой селитры (образец № 3), калиевой селитры и оксида сурьмы (образец № 4), калиевой селитры и оксида церия (образцы № 5 и 6).

В результате эксперимента выяснилось, что самые бесцветные светопрозрачные стекла получились с комплексной добавкой калиевой селитры и оксида церия. Поэтому для поиска оптимального соотношения этих химических веществ было решено исследовать составы двух разрезов: 1) при наличии в шихте 1 % KNO_3 добавляли CeO_2 в количестве 0,1; 0,15; 0,25; 0,5; 1 (образцы № 5, 7, 9, 11, 13); 2) при наличии в шихте 2 % KNO_3 добавляли CeO_2 в количестве 0,1; 0,15; 0,25; 0,5; 1 (образцы № 6, 8, 10, 12, 14).

Все образцы светопрозрачны. Образец № 1 имеет самый заметный синезеленый оттенок, что связано с наличием оксидов железа в песке в большом количестве, недопустимом для стекловарения, а также других примесей. Образец № 2 получился с голубоватым оттенком. Образец № 3 – заметно уменьшается голубой оттенок. Образец № 4 почти не имеет оттенка, визуально выглядит бесцветным. Образцы № 5 – 12 с добавлением оксида церия и калиевой селитры получились более прозрачными, но с увеличением содержания оксида церия (образцы № 13, 14) появляется желтоватый оттенок.

Измерение проводилось на спектрофотометре СФ-26 в УФ-области и видимой области. Для обеспечения работы спектрофотометра в широком диапазоне спектра используются два фотоэлемента и два источника излучения сплошного спектра.

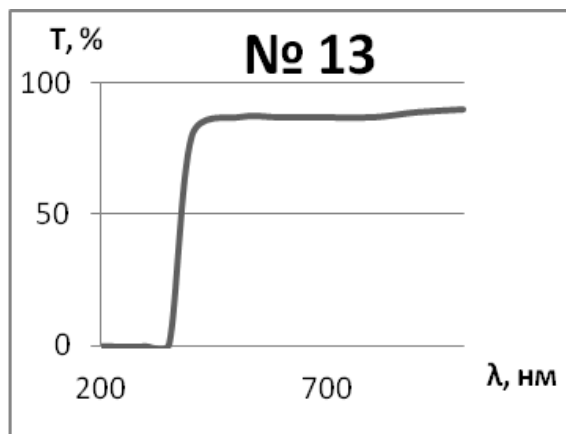


Рис. 1. Спектр светопропускания образца № 13 с содержанием CeO_2 – 1 % и K_2O – 1 %

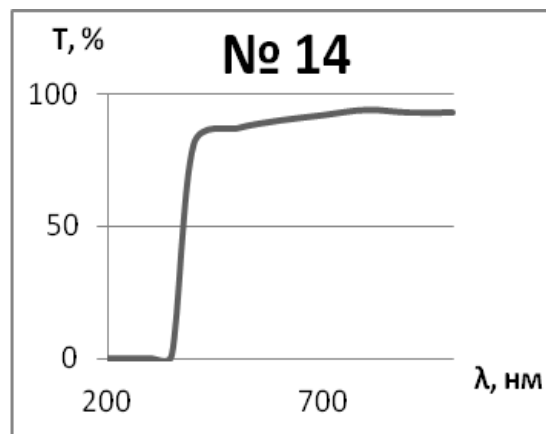


Рис. 2. Спектр светопропускания образца № 14 с содержанием CeO_2 – 1 % и K_2O – 2 %

Из графиков зависимости светопропускания от длины волны видно, что в УФ-области светопропускание отсутствует, начинает увеличиваться в видимой области, это говорит о преобладающем наличии Fe^{3+} в стекле. Окислительные условия варки способствуют сохранению церия в форме Ce^{4+} , что повышает поглощение в УФ части спектра (селитра помогает создать кислородсодержащее условие). Добавка его в большом количестве приводит к окрашиванию стекломассы.

Очевидно, что для достижения максимального светопропускания и наилучшего осветления стекломассы необходимо было ввести комплексный обесцвечиватель.

Оксиды железа в стекле находятся в состоянии подвижного равновесия:



В присутствии окислителей или свободного кислорода реакция будет сдвигаться в сторону образования Fe_2O_3 , т. е. в оксидную форму железа (III), менее интенсивно окрашивающую стекло. В нашем случае необходимо было добиться этого за счет окисления в процессе варки стекла.

При применении селитры (калиевая дала больший эффект, чем натриевая) часть кислорода выделяется из нее еще до стадии стеклообразования, поэтому для дополнительного ввода кислорода и рационального использования кислорода селитры ввели оксид сурьмы (в оптическом стекловарении используют оксид мышьяка, но это дороже и опаснее). Оксид церия (IV) является сильным окислителем, механизм действия:



Опыты показали, что эффективней вводить оксид церия в определенном количестве (превосходить содержание оксидов железа в 3–4 раза) при обязательном вводе селитры. Оксид церия, введенный в шихту, одновременно с обесцвечиванием способствует осветлению стекломассы, т. е. удалению из нее пузырей. С увеличением добавки оксида церия светопропускание увеличивается.

По результатам исследований можно сказать, что полученные образцы по внешнему виду и по свойствам вполне соответствуют требованиям, предъявляемым к данным видам стекол. Следовательно, данные сырьевые материалы можно рекомендовать для производства листового (оконного) и тарного стекол. Использование местных материалов экономически и практически выгодно для производства стекла, что позволяет отказаться от дорогостоящих привозных материалов и тем самым значительно сократить транспортные затраты.

УДК 669.054

Багин Д. Н., Обвинцева Е. Ю., Якушев Н. С., Коняев А. Ю.
Уральский федеральный университет,
a.u.konyaev@urfu.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННОГО ЛОМА

В последние годы одной из наиболее востребованных задач становится переработка электронного лома (отслужившие свой срок компьютеры, телефоны, радиотехнические изделия, электронные блоки электротехнических установок) с целью извлечения и вторичного использования содержащихся в нем бла-